

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-297258

(43)Date of publication of application : 30.11.1989

(51)Int.Cl.

B41J 3/04

(21)Application number : 63-127849

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 25.05.1988

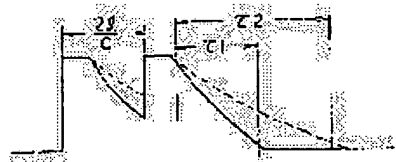
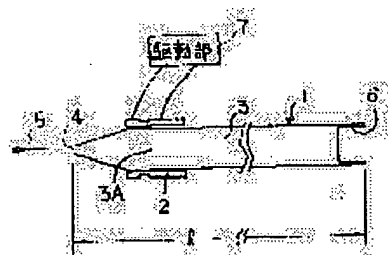
(72)Inventor : AOKI ATSUSHI

## (54) DRIVING METHOD FOR INK JET RECORDER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve frequency responsibility, discharge stability, gradation, and a recording system, by a method wherein an electric signal to be supplied to a piezoelectric signal applies a second pulse wave when a certain time has elapsed after application of a first pulse wave, and fall time of the pulse wave is altered by temperature.

**CONSTITUTION:** When a length of a recording head part reflecting a pressure wave to be generated from an arranged part of a piezoelectric element 2 is taken as  $l$  and acoustic velocity in ink is taken as  $C$ , an electric signal to be supplied to the piezoelectric element 2, when  $2l/C$  has elapsed after application of a first pulse wave discharging an ink drop from a discharge port 4, applies a second pulse wave of almost the same form as the first pulse wave. A first positive pulse wave is for the purpose of discharging the ink drop, and the second pulse wave is for the purpose of cancelling a negative pressure wave when the positive pressure wave generated by the first pulse wave reciprocates through a nozzle 1 in ink and returns as the negative pressure wave (after  $2l/C$  has elapsed). Breaking time of the pulse wave is controlled according to ambient temperature, for instance, at short breaking time  $\tau_1$  for high temperature and at long breaking time  $\tau_2$  for low temperature.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-297258

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)11月30日

B 41 J 3/04

1 0 3

A-7513-2C

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 インクジェット記録装置の駆動方法

⑯ 特 願 昭63-127849

⑰ 出 願 昭63(1988)5月25日

⑱ 発 明 者 青 木 淳 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キャノン株式会社  
玉川事業所内

⑲ 出 願 人 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 大音 康毅

明 細 書

1. 発明の名称

インクジェット記録装置の駆動方法

2. 特許請求の範囲

(1) インク滴吐出のためのノズルおよび吐出エネルギーを発生する圧電素子を配置した吐出エネルギー作用室を有する記録ヘッドと、該記録ヘッド内のインク温度を検知する温度センサーとを備え、前記圧電素子に電気信号を供給することによって、前記吐出エネルギー作用室の容積を変化させて吐出口からインク滴を吐出させて記録を行うインクジェット記録装置の駆動方法において、前記電気信号の供給によって前記圧電素子の配置部分から生じる圧力波を反射する前記記録ヘッド部分の長さを $L$ 、インク中の音速を $C$ としたとき、前記圧電素子に供給する電気信号が、前記吐出口からインク滴を吐出させる第1のバース波を印加した後 $2L/C$ 経過後に、該第1のバース波とほぼ同形の第2のバース波を印加する波形のものであり、かつ、バース波の立ち下がり時間を温度に

よって変化させることを特徴とするインクジェット記録装置の駆動方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はインクジェット記録装置の駆動方法に関する。

(従来の技術)

インクジェット記録装置は、連続噴射型、インパルス型(オンデマンド型)および静電吸引型の3つに大別することができる。

連続噴射型は、連続的に吐出しているインクを荷電偏向させることによって記録するものであり、装置が複雑となり、インクの回収や清掃装置等余分のものが必要になる。

静電吸引型は、構造が比較的簡単であるが、高電圧を必要とし安全性に留意する必要がある、しかも、導電率などのインク物性に制限が多く、周波数応答性も悪い。

ところで、オンデマンド型においては、必要な時だけ圧電素子等の吐出エネルギー発生素子を駆

動してインク滴を吐出させるので無駄なインク消費が少なく、しかも構造が非常に簡単であるので、その普及が期待されている。

これらの記録方法でフルカラープリンターを実現しようとする、高解像度とともに忠実な中間調表現を達成する必要がある。

中間調表現としては、ディザ法などのデジタル的なものと、記録ドットサイズを変化させるアナログ的なものと2通りが考えられる。

しかし、デジタルの中間調表現法では、階調数を上げるために解像度を犠牲にしなければならない。

このため、記録ドットサイズを変化させて記録濃度を制御するアナログ記録に期待が寄せられている。

ところが、従来のインクジェット記録装置でインク吐出量を制御するのは非常に困難であった。

例えば、連続噴射型では、インク吐出量を変化させることは不可能である。

また、静電吸引型では、アナログ的な中間調表

加圧する方法の方が、小さなインク滴を吐出させることが可能であるのみならず周波数応答性にもすぐれていることが知られている。

(発明が解決しようとする問題点)

ところが、ノズルからは、一般的に、吐出速度の大きい主滴の他に吐出速度の小さなサテライトと呼ばれる液滴が副次的に吐出されることがある。

このサテライトは低速であるため記録紙への着弾精度が劣り、画質を劣化させてしまう。

したがって、前記サテライトを確実になくすることが要請されていた。

(問題点を解決するための手段)

本発明は上記従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、周波数応答性、吐出安定性、階調性、さらには記録精度に優れた記録を行いうるインクジェット記録装置の駆動方法を提供することを目的とする。

本発明は、圧電素子で吐出エネルギーを発生させるインクジェット記録装置において、電気信号の供給によって圧電素子の配置部分から生じる圧

現が可能であるが、階調巾を大きくすることは困難である。

さらに、オンデマンド型では、インク吐出量を制御するのに圧電素子に印加するパルス電圧やパルス巾を変化させることによって行うが、このパルス波形の変化だけでは階調巾を大きくすることは不可能であった。

このため、濃度の異なるインクを使い分けることによって大きな階調巾を持たせるようにしたインクジェット記録装置や、異なるノズル径を複数個設けることによって階調巾を持たせるようにしたインクジェット記録装置等が知られている。

しかし、これらの方法では装置が大型化、複雑化するためコストアップになるという問題があった。

一方、特公昭53-12138号に開示されているような圧電素子で単にインクを加圧してインク滴を吐出させる方法よりも、特開昭55-17589号に記載されているような一旦インク室容積を増加させメニスカスを後退させた後インクを

力波を反射する記録ヘッド部分の長さを $l$ 、インク中の音速を $C$ としたとき、圧電素子に供給する電気信号が、前記吐出口からインク滴を吐出させる第1のパルス波を印加した後 $2l/C$ 経過後に、第1のパルス波とほぼ同形の第2のパルス波を印加する波形のものであり、かつ、パルス波の立ち下がり時間を温度によって変化させる駆動方法によって、上記目的を達成するものである。

(実施例)

以下図面を参照して本発明を具体的に説明する。

第1図は本発明の駆動方法を実施するのに好適なオンデマンド型のインクジェット記録装置の印字ヘッドの模式的縦断面図である。

第1図において、先端にインク吐出口(オリフィス)4を有するインク通路を構成する直管状のノズル1外側に圧電素子2が配置されている。

前記ノズル1は長さ $l$ であり、前記圧電素子2は例えばノズル1の周面を囲む円筒状をしている。

前記圧電素子2が配置されたノズル1の部分が

吐出エネルギー作用室3Aとなる。

駆動部7から電気信号を圧電素子2へ供給することにより、吐出エネルギー作用室3Aを含むノズル1内のインク室3の容積が減少または増加するので、オリフィス4からインク滴5が吐出される。

また、ノズル1の後端部(例えばサブインクタンクへ連通する部分)には多孔質部材で作られたフィルタ6が装着され、インク中の塵埃や気泡がノズル1内へ侵入しない構造になっている。

このようなヘッドの圧電素子2に対して第2図に示すような正の電圧パルス波からなる電気信号を印加すると、インク室3の容積を急激に減少させた後気泡をノズル1内に取り込まないようにゆるやかに容積を復帰させることができる。

しかし、第2図に示すようなパルス波を供給したのでは、インク滴を吐出させることはできるが、比較的小さなインク滴を吐出させることはできない。

第3図は第2図のパルス波形を圧電素子2に印

加した時の駆動周波数と吐出速度との関係を示すグラフである。

第3図中の曲線に山および谷が存在するように、一般に、インクジェット記録用のヘッドでは共振周波数が存在し、曲線に表れる山および谷のピークから計算すると、共振の周波数はノズル1内のインクの音速Cとすると、 $4\ell/C$ で表すことができる。

このことは、圧力波がノズル1を1往復することにより位相が逆転し、2往復すると元の位相に戻ることを示している。

第4図はインク吐出口(オリフィス)4からインクが吐出するときメニスカス振動の状態を示すグラフである。

第4図に示すように、インク吐出口4のメニスカスの振動の山および谷はほぼ $4\ell/C$ ごとに表れており、これらの逆数は第3図の山および谷(ピーク)における共振周波数に対応している。

第5図はインク吐出口4からインク滴が吐出する状態を示す。

長さ)を $\ell$ とし、インク中の音速をCとすると、圧電素子2に供給される電気信号は、第6図に示すように、吐出口4からインク滴を吐出させる第1のパルス波を印加した後 $2\ell/C$ 経過後に、該第1のパルス波とほぼ同形の第2のパルス波を印加する波形のものであり、かつ、パルス波の立ち下がり時間が温度によって変化する波形をしている。

前述の2つのパルス波の意義は、第1の正のパルス波がインク滴吐出のためのパルスであり、第2のパルス波は第1のパルス波により発生した正の圧力波がインク中をノズル1往復し負の圧力波として戻ってきた時( $2\ell/C$ 経過後)にこれを打ち消すために設けられたものである。

パルス波の立ち下がり時間は、環境温度の差によって、例えば第6図中 $\tau_1$ および $\tau_2$ で示すように変化させるものである。

前述の2つのパルス波の意義は、第1の正のパルス波がインク滴吐出のためのパルスであり、第2のパルス波は第1のパルス波により発生した正の圧力波がインク中をノズル1往復し負の圧力波として戻ってきた時( $2\ell/C$ 経過後)にこれを打ち消すために設けられたものである。

パルス波の立ち下がり時間は、環境温度の差により、例えば高温では短い立ち下がり時間 $\tau_1$ (実線)のようにし、低温では長い立ち下がり時間

長さ)を $\ell$ とし、インク中の音速をCとすると、圧電素子2に供給される電気信号は、第6図に示すように、吐出口4からインク滴を吐出させる第1のパルス波を印加した後 $2\ell/C$ 経過後に、該第1のパルス波とほぼ同形の第2のパルス波を印加する波形のものであり、かつ、パルス波の立ち下がり時間が温度によって変化する波形をしている。

前述の2つのパルス波の意義は、第1の正のパルス波がインク滴吐出のためのパルスであり、第2のパルス波は第1のパルス波により発生した正の圧力波がインク中をノズル1往復し負の圧力波として戻ってきた時( $2\ell/C$ 経過後)にこれを打ち消すために設けられたものである。

パルス波の立ち下がり時間は、環境温度の差により、例えば高温では短い立ち下がり時間 $\tau_1$ (実線)のようにし、低温では長い立ち下がり時間

長さ)を $\ell$ とし、インク中の音速をCとすると、圧電素子2に供給される電気信号は、第6図に示すように、吐出口4からインク滴を吐出させる第1のパルス波を印加した後 $2\ell/C$ 経過後に、該第1のパルス波とほぼ同形の第2のパルス波を印加する波形のものであり、かつ、パルス波の立ち下がり時間が温度によって変化する波形をしている。

$r_2$  (鎖線) となるように制御される。

このように立ち下がり時間を高温では低温より短くすることによる第1の利点は、周波数応答性が向上することである。

これは、立ち下がり時間によって周波数応答性は異なるが、最も高い周波数応答性を示す立ち下がり時間が第7図のように温度(インクの粘度)によって変化するからである。

第2の利点は、立ち下がり時間を変化させることにより第2のパルス波の立ち上がりのポイントが異なることである。第2のパルス波と第1のパルス波の圧力波の反射波を打ち消すためのものであるが、この圧力波はインク中を伝播する際に次第に減衰して行き、その減衰率は温度が高い(インクの粘度が低い)ほど小さくなるので、これを打ち消すのに温度が高いほど立ち下がり時間を短くして大きな逆の圧力波を発生させる必要があるためである。

第8図は本発明による駆動方法を実施するのに好適な制御系の回路図である。

第9図の駆動パルス波形は負のパルスの後に正のパルスを印加したものであり、小さなインク滴を吐出させるのに好適なパルス波形である。

第10図の駆動パルス波形は、第9図のパルス波形において第2のパルス波の電圧を低く設定したものである。

この第10図の波形は駆動回路がやや複雑になるが、第1のパルス波の圧力波の反射波を通正値でほぼ完全に打ち消すことができる。

次に本発明によるインクジェット記録装置の駆動方法を実際に実施した時の試験例を説明する。

#### 試験例Ⅰ:

ノズル1の圧力波伝播長さ $l$ が20mmで、インク中の音速 $C$ が1500m/s(インク粘度7CPS、表面張力50dyn/cm)のとき、第6図に示すように、第1のパルス波と第2のパルス波の時間差を $2l/C = 26\mu\text{sec}$ とし、温度が25℃以下のときは立ち下がり時間が $120\mu\text{sec}$ となり、25℃以上のときは $70\mu\text{sec}$ となるように放電抵抗 $R_1$ 、 $R_2$

第8図において、デジタル入力 $in_1$ には7ビットのデータが入力され、D/A変換回路21でアナログ電圧になり、DCアンプ22で30~80Vに増幅される。

このDCアンプ22からの電圧は、トランジスタ $Tr_3$ に入力されるデジタル入力 $in_2$ の信号によりON、OFFされる。

このDCアンプ22からの電圧がONにされた場合、温度センサー23から出力された温度データがコンパレータ24に入力され、温度が25℃より高い時はトランジスタ $Tr_1$ がONになり、低い時はトランジスタ $Tr_2$ がONになる。

放電抵抗 $R_1$ と $R_2$ との関係は $R_1 < R_2$ となっており、立ち下がり時間 $r_1$ 、 $r_2$ はこれに対応して $r_1 < r_2$ となっている。すなわち、温度が高いほど、小さな放電抵抗を選択し立ち下がり時間が短くなる。

第9図および第10図はそれぞれ本発明の駆動方法に使用される駆動パルス波形の値の実施例を示す。

(第8図)を選択した。

この結果、5℃~45℃の温度範囲においてサテライトがなく、周波数応答性、吐出安定性および記録精度にすぐれた良好なインク吐出を行うことができた。

#### 試験例Ⅱ:

試験例Ⅰとは第9図の駆動パルス波形で駆動する点のみで異なり、他は全て同じ条件でインク吐出を行った。

その結果、5℃~45℃の温度範囲において試験Ⅰの場合と同様の良好なインク吐出を行うことができた。

#### 試験例Ⅲ:

試験例Ⅰとは第10図の駆動パルス波形で駆動する点のみで異なり、他は全て同じ条件でインク吐出を行った。

その結果、5℃~45℃の温度範囲において試験Ⅰの場合と同様の良好なインク吐出を行うことができた。

以上説明したような実施例によって、ヘッドの

インク吐出の安定性を大幅に改善するインクジェット記録装置の駆動方法が得られた。

また、メニスカスの後退量の時間変化は第11図のグラフに示すようにならかなものにする事ができ、第2図のような波形印加による第4図のグラフに示すような従来の駆動方法におけるメニスカス後退量の場合より、大幅に改善することができた。

このため、本発明の駆動方法を実施することにより、使用条件が変化する場合でも安定したインク吐出を行うことができ、反射波による不安定な微小インク滴の吐出をなくすることができた。

なお、上記実施例では本発明を直管状のノズル1に吐出エネルギー作用室3A(第1図)を一体に形成した記録ヘッドを備えた装置で実施する場合を説明したが、この部分の構成は種々のものにすることができ、例えば、屈曲部を有するノズルを使用したり、吐出エネルギー作用室3Aを別体にしたノズルを使用することもできる。

〔発明の効果〕

り時間と温度の関係を示すグラフ、第8図は本発明方法で使用する駆動パルス波形を発生させる駆動回路の回路図、第9図および第10図はそれぞれ本発明の駆動方法に使用可能なパルス波形の変更例を示すグラフ、第11図は本発明の駆動方法を実施した時のメニスカス振動を示すグラフである。

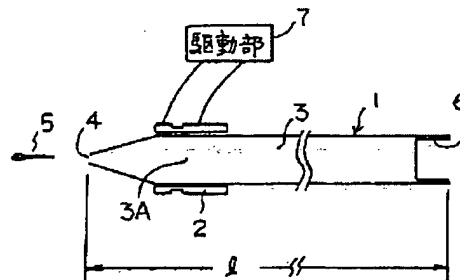
1.....ノズル、2.....圧電素子、3A.....吐出エネルギー作用室、4.....インク吐出口(オリフィス)、5.....インク滴、7.....駆動回路、 $l$ .....ノズル長さ、 $C$ .....音速。

以上の説明から明らかなごとく、本発明によれば、第1のパルス波を加えた後 $2l/C$ 後に再び第2のパルス波を加えるとともに、温度によってパルス波の立ち下がり時間を変化させるように圧電素子を駆動するので、簡単な構成で、インク滴吐出の際に発生する圧力波を広い温度範囲で適正に打ち消すことができ、周波数応答性、吐出安定性、階調性および記録精度を向上させるインクジェット記録装置の駆動方法が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の駆動方法を実施するのに好適なインクジェット記録装置の記録ヘッドの模式的縦断面図、第2図は記録ヘッドを駆動するための従来のパルス波形のグラフ、第3図は第2図のパルス波形で駆動した時のインク吐出速度の周波数特性を示すグラフ、第4図は第2図のパルス波形で駆動した時のメニスカス振動を示すグラフ、第5図はインク吐出状態を示す模式図、第6図は本発明駆動方法に使用されるパルス波形の一例を示すグラフ、第7図は駆動パルスの最適な立ち下が

第1図

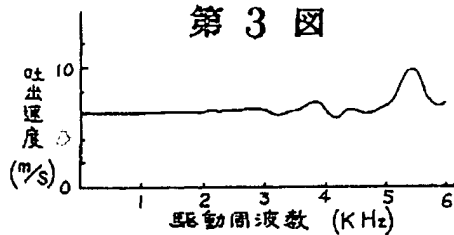


第2図

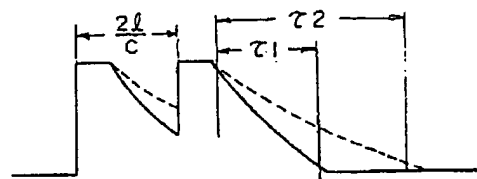


代理人 弁理士 大 音 康 毅

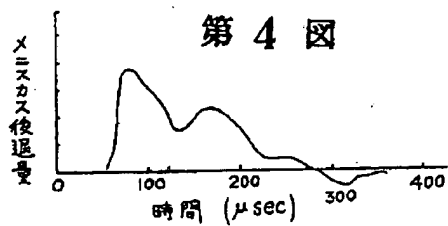
第3図



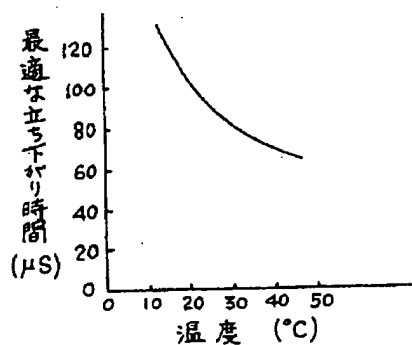
第6図



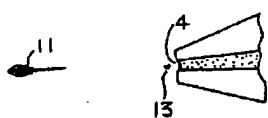
第4図



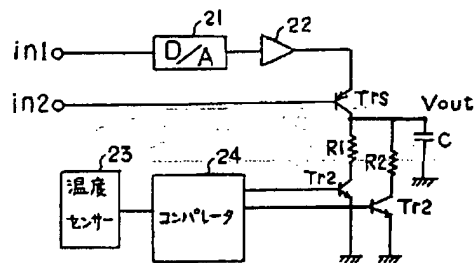
第7図



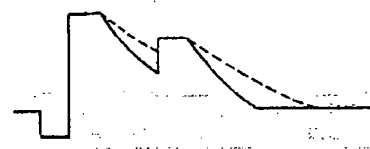
第5図



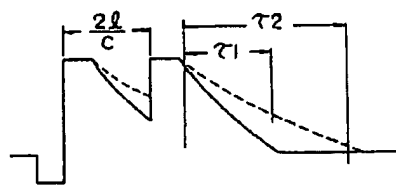
第8図



第10図



第9図



第11図

